

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Buah Apel Manalagi

Jenis apel manalagi disukai karena rasa daging buahnya manis meskipun belum matang. Asal apel jenis manalagi berasal dari Desa Gandon Kota Batu. Warna buahnya yang hijau muda kekuningan, pori kulit buahnya putih dan jarang, serta beraroma sedap. Keistimewaan apel ini rasanya hanya manis, tidak ada masamnya, daging buahnya agak liat, kurang barair, warnanya putih kekuningan, bentuk buahnya bulat yang merupakan juga ciri khas utamanya (Kusumo, 1986). Diameter buah antara 4-7cm dan berat 75-160g per buah (Wisayastuti, 1993). Penampakan buah apel manalagi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Buah Apel Manalagi

Menurut Untung (1996), taksonomi tumbuhan buah apel diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae

Divisi : Spermatophyta

Sub-divisi : Angiospermae

Kelas : Dicotyledonae

Ordo : Rosales

Family : Rosaceae

Genus : *Malus*

Spesies : *Malus sylvestris*

Apel diketahui mengandung beberapa vitamin dan mineral yang bermanfaat bagi manusia. Sebutir apel berdiameter 5-7 cm mengandung vitamin A 900 IU/100 g, tiamin 7 mg, riboflavin 3 mg, niasin 2 mg, vitamin C 5 mg, protein 3 g, energi 58 kalori, lemak 4 g, karbohidrat 14,9 g, kalsium 6 mg, besi 3 mg, fosfor 10 mg, dan kalium 130 mg (Untung, 1996). Selain itu, buah apel kaya akan kandungan serat, fenol, dan fitokimia. Kandungan kimia apel manalagi per 100 gram buah dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Kimia Apel Manalagi per 100 gram Buah

Komposisi	Kandungan
Kadar Air (g)	84,05
Vitamin C (mg)	7,34
Kandungan Asam (g)	0,22
pH Cairan Buah	4,65
Fruktosa (mg)	45,00
Glukosa (mg)	37,20
Sukrosa (mg)	45,40

Sumber: Hapsari dkk. (2015)

2.1.1 Kerusakan Buah Apel

Kerusakan (*stress*) yang dialami oleh komoditas buah apel menurut Hyodo (1991) dapat disebabkan oleh tiga hal yaitu karena faktor fisik, kimiawi, dan biologis. Faktor fisik dapat berupa tekanan, suhu yang terlalu rendah, suhu yang terlalu tinggi, dan komposisi gas atmosfer yang tidak sesuai (anaerob). Sedangkan faktor kimiawi ialah disebabkan oleh polusi udara (ozon, sulfur dioksida, dan lain-lain) serta pestisida berlebihan. Adapun faktor mikrobiologis ialah disebabkan oleh berbagai jenis virus, bakteri, dan jamur.

Oleh Satu (1996) lebih disempurnakan lagi, bahwa kerusakan yang terjadi pada komoditas buah apel dibedakan menjadi beberapa tipe kerusakan, yaitu

1. Kerusakan Fisiologis

Kerusakan yang disebabkan oleh reaksi-reaksi yang dikatalisasi oleh enzim adalah kerusakan fisiologis. Misalnya enzim yang bekerja dalam reaksi katabolisme (penguraian senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana). Dengan adanya reaksi pembongkaran ini maka jumlah energi yang terdapat pada jaringan buah menjadi berkurang. Akibatnya buah lama-kelamaan menjadi rusak dan busuk. Tanda-tanda lainnya ialah penurunan berat, tekstur, dan aroma. Sifat fisiologis tersebut di antaranya :

- Terjadinya pelunakan komponen dan struktur dinding sel kulit buah,
- Terjadinya perubahan kulit buah akibatnya beberapa pigmen warna menyebabkan kerusakan pada pigmen warna yang lain (*masking effect*),
- Terjadinya kenaikan kandungan gula dan penurunan kandungan pati. Seperti pada buah apel yang menjadi lebih manis setelah masak, dan
- Terbentuknya komponen gas volatil sehingga membentuk aroma khas buah.

2. Kerusakan Mikrobiologis atau Biologis

Kerusakan mikrobiologis merupakan kerusakan yang terjadi akibat serangan jamur. Jamur cemaran mikrobia yang sering menjadi penyakit pada berbagai jenis buah. Misalnya infeksi laten antraknos pada berbagai macam buah-buahan yang disebabkan oleh mikrobia *Colletotrichum gloeosporioides*.

3. Kerusakan Mekanis

Kerusakan yang terjadi apabila dalam proses pemanenan, transportasi, maupun pengangkutan tidak dilakukan dengan hati-hati. Akibatnya akan

menyebabkan buah menjadi luka pada kulit luar dan memar disebut kerusakan mekanis. Dengan demikian maka akan mempercepat kerusakan lainnya seperti kerusakan fisiologis maupun mikrobiologis karena mikroba menjadi mudah masuk ke dalam daging buah.

4. Kerusakan Fisis

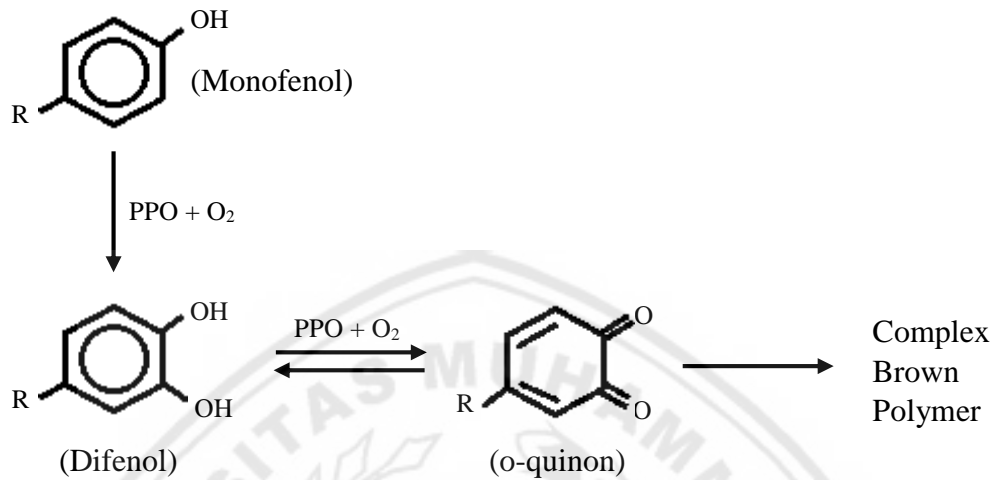
Kerusakan fisis merupakan kerusakan yang lebih banyak terjadi karena disebabkan oleh suhu tinggi atau terlalu rendah, yang masing-masing dapat menyebabkan kerusakan, misalnya adanya noda atau bercak-bercak coklat pada bagian kulit buah. Selain itu pada penyimpanan yang terlalu rendah tingkat kelembapannya ($<85\%$), akan mempercepat proses transpirasi, sehingga buah menjadi kusut.

5. Kerusakan Kimiawi

Kerusakan kimiawi merupakan kerusakan yang sering terjadi dalam proses pengolahan. Misalnya pada proses pengirisan buah apel yang dibiarkan saja, maka akan timbul warna coklat akibat reaksi pencoklatan enzimatis oleh enzim polifenol oksidase.

Menurut Winarno (2004), pencoklatan enzimatis terjadi pada buah yang banyak mengandung substrat fenolik. Ada banyak sekali senyawa fenol yang dapat bertindak sebagai substrat dalam proses pencoklatan enzimatis pada buah-buahan dan sayuran, misalnya katekin dan turunannya seperti tirosin, asam kafeat, asam klorogenat, dan leukoantosianin dapat menjadi substrat proses pencoklatan. Senyawa fenol dengan jenis ortodihidroksi atau trihidroksi yang saling berdekatan merupakan substrat yang baik untuk proses pencoklatan. Proses pencoklatan enzimatis memerlukan adanya enzim polifenol oksidase dan oksigen yang

berhubungan dengan substrat tersebut, sehingga dapat mengubah difenol menjadi orto kuinon yang menjadi polimer kecoklatan yang kompleks. Mekanisme pencoklatan enzimatis pada buah apel dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Mekanisme Pencoklatan Enzimatis

2.2 Pengolahan Minimal (*Minimally Processing*)

Pengolahan minimal (*minimal processing*) atau dikenal pula dengan istilah potong segar (*fresh-cut*) merupakan pengolahan buah atau sayuran yang melibatkan pencucian, pengupasan, dan pengirisan sebelum dikemas dan menggunakan suhu rendah untuk penyimpanan sehingga mudah dikonsumsi tanpa menghilangkan kesegaran dan nilai gizi yang dikandungnya (Perera, 2007 dalam Latifah, 2014). Akan tetapi, proses pemotongan produk-produk tersebut dapat mengakibatkan kerusakan sel dan mempercepat kerusakan mutu (Baldwin dan Nisperros, 1993).

Kelebihan dari buah-buahan dan sayuran yang terolah minimal selain kemudahan dalam penyajian adalah memungkinkan konsumen melihat secara langsung kondisi bagian dalam produk sehingga menawarkan mutu yang lebih terjamin dibandingkan buah utuh. Apalagi buah-buahan umumnya tidak terlepas

dari serangan hama lalat buah (*fruit fly*), sehingga meskipun nampak mulus di bagian luar, akan tetapi di dalamnya bisa saja terinfeksi telur atau ulat dari lalat buah. Untuk buah berukuran besar, konsumen tidak harus mengeluarkan uang ekstra hanya untuk membeli satu buah yang beratnya kiloan. Bahkan konsumen dapat membeli beberapa jenis buah dalam satu kemasan dalam ukuran berat yang relatif kecil, sehingga bisa memenuhi selera sekaligus menghemat pengeluaran (Hasbullah, 2006).

Perlakuan-perlakuan pada produk potong segar seperti pengupasan dan pemotongan dapat menyebabkan perubahan kimia dan biokimia yang selanjutnya menyebabkan kerusakan mutu. Perubahan tersebut meliputi peningkatan respirasi, produksi etilen, perubahan warna (*browning*), flavor, pembentukan metabolit sekunder, dan peningkatan pertumbuhan mikroba (Baldwin, 2007). Perlakuan tambahan dapat diberikan untuk mengatasi masalah yang timbul akibat pengolahan minimal yang bertujuan mempertahankan kualitas dan memperpanjang masa simpan, di antaranya adalah penggunaan bahan tambahan pangan (BTP) dan penggunaan pelapis *edible*. Penggunaan BTP seperti asam askorbat untuk buah mangga dan rambutan, tri sodium phosphate atau Na-alginat untuk melon terbukti dapat memperpanjang masa simpan. Pelapis *edible* dapat digunakan sebagai pengemas primer yang dapat dimakan dan berfungsi untuk mengawetkan dan mempertahankan kesegaran serta kualitas produk (Hasbullah, 2006).

2.3 Edible Coating

Edible coating telah digunakan selama berabad-abad di industri makanan untuk mengawetkan produk makanan. Salah satu contohnya yaitu *waxing* pada buah dan sayuran serta pelapisan selulosa pada daging (Jamie, 2012). *Edible*

coating telah digunakan sejak abad ke-12 di China. Baru pada tahun 1922 *waxing* pada buah-buahan ditemukan dan pertama kali diterapkan secara komersial pada buah dan sayuran (CPMA, 2014). Film dan pelapis *edible* membentuk penghalang perubahan kimia, fisik, dan biologis (Skurtys *et al.*, 2005). Pada saat membeli buah dan sayuran, konsumen menilai kesegaran dan kualitas produk berdasarkan kemunculannya (Kader, 2012). Masalah yang paling umum dan menantang adalah mempertahankan dan mengendalikan kesegaran produk, menekan terjadinya pembusukan, serta tumbuhnya mikroorganisme patogen buah segar. Solusi dari masalah ini adalah dengan mengaplikasikan *edible coating* (Grau *et al.*, 2007).

Edible coating merupakan lapisan pelindung tambahan untuk buah dan sayuran segar yang dapat memberikan efek yang sama dengan penyimpanan atmosfer termodifikasi dalam memodifikasi komposisi gas internal. Baru-baru ini, berbagai lapisan *edible* diaplikasikan dengan sukses untuk mengawetkan buah dan sayuran seperti jeruk, apel, apel, ceri, mentimun, stroberi, tomat, dan *capsicum*. Lapisan buah dan sayuran yang dapat dimakan berhasil atau tidak sepenuhnya tergantung pada kontrol komposisi gas internal (Salleh, 2013).

Edible coating didefinisikan sebagai lapisan tipis yang dapat dikonsumsi dan berfungsi sebagai penghalang oksigen, mikroba dari luar, kelembaban, dan migrasi zat terlarut pada makanan. Penghalang semi permeabel pada *edible coating* ditujukan untuk memperpanjang umur simpan dengan mengurangi kelembaban dan migrasi zat terlarut, pertukaran gas, tingkat reaksi oksidatif dan respirasi, serta untuk mengurangi kerusakan fisiologis pada buah potong segar (Baldwin *et al.*, 1996).

Menurut Pavlath and Orts (2009), berbagai jenis bahan digunakan untuk melapisi dan membungkus berbagai buah dan sayuran untuk memperpanjang umur simpan. *Edible coating* atau *edible film* memberikan penampilan mengkilap pada buah dan sayuran. Tebal *edible coating* umumnya kurang dari 0-3 mm (Tharantharn, 2003). Karakteristik utama *edible coating* adalah untuk meningkatkan umur simpan dari buah dan sayuran segar atau produk olahan serta melindungi dari kerusakan pasca panen dan kerusakan lingkungan (Tharantharn, 2003). *Edible coating* melindungi membran luar buah dan sayuran segar (Mohammed *et al.*, 2003). *Edible coating* disajikan untuk meningkatkan tekstur, pembawa antioksidan dan nutrisi. *Edible coating* atau *edible film* kebanyakan hambar, tidak berwarna, dan tidak berbau harus memiliki sifat mekanik yang baik (Undurraga *et al.*, 1995).

Sifat *edible coating* didasarkan pada struktur molekul, ukuran molekuler, dan komposisi kimianya menurut Arvanitoyanni dan Gorris (1999) antara lain:

- Memiliki sifat penghalang yang baik untuk air, uap air, O₂, CO₂, dan gas etilen
- Meningkatkan penampilan dan penanganan kerusakan secara mekanis untuk menjaga struktur dan warna buah maupun sayuran
- Mengandung komponen aktif seperti antioksidan, vitamin, dan lain-lain guna meningkatkan komposisi nutrisi buah dan sayuran tanpa mempengaruhi kualitasnya
- Memberikan pelindung pada buah dan sayuran serta meningkatkan umur simpannya

2.3.1 Klasifikasi *Edible Coating*

Edible coating mengandung sisi hidrofobik misalnya berbasis lipid atau lilin, dan kelompok hidrokoloid atau hidrofilik, misalnya berbasis polisakarida, protein, atau kombinasi dari kedua kelompok untuk memperbaiki fungsi pelapis yang dapat dimakan (Warriner *et al.*, 2009). *Edible coating* tidak disintesis secara kimia melainkan secara alami. Hal ini umumnya digunakan untuk meningkatkan tampilan dan mengawetkan buah dan sayuran. Keunggulan utama dari *edible coating* adalah *edibility* dan bersifat tidak beracun dibandingkan dengan lapisan sintetis lainnya (Prasad dan Batra, 2015). Undurraga *et al.* (1995) mengklasifikasikan lapisan *edible* menjadi tiga, antara lain hidrokoloid, lipid, dan komposit.

2.3.1.1 Hidrokoloid

Hidrokoloid berasal dari hewan, sayuran, mikroba, atau sintetis yang merupakan polimer hidrofilik. Hidrokoloid memiliki gugus hidroksil dan mungkin polielektrolit seperti alginat, karagenan, pektin, metil karboksilat selulosa, gum xanthan, dan gum arab. Saat ini, hidrokoloid digunakan dalam berbagai macam larutan pelapis untuk melapisi dan mengendalikan warna, tekstur, rasa, dan umur simpan dari buah dan sayuran (Williams *et al.*, 2009). Umumnya semua hidrokoloid dilarutkan sebagian atau seluruhnya dalam air dan penggunaan prinsipnya adalah untuk meningkatkan viskositas fase berair (fase kontinu) yaitu ketebalan bahan pengenceran (Baldwin *et al.*, 1995). Hidrokoloid bertindak sebagai pengemulsi karena dapat menstabilkan. Hidrokoloid dibagi menjadi *edible coating* berbasis polisakarida dan protein.

Polisakarida yang paling umum digunakan untuk lapisan buah dan sayuran yang dapat dimakan adalah kitosan, pati, alginat, selulosa, pullulan, karagenan,

gellan gum, dan lain-lain (Han dan Gennodios, 2005). *Edible coating* berbasis polisakarida memiliki sifat penghalang kelembaban yang buruk serta mudah larut dalam air, namun daya permeabilitas O₂ cukup rendah. Sebagian besar *edible coating* berbasis polisakarida diaplikasikan pada buah dan sayuran segar untuk menciptakan kondisi atmosfer yang dimodifikasi untuk mengurangi tingkat respirasi. Polisakarida memberikan sifat kerenyahan, kekerasan, kekompakan, kualitas penebalan, daya gesekan, dan viskositas ke berbagai lapisan *edible*. Polisakarida terdiri dari rantai polimer, memiliki sifat penghalang gas yang sangat baik, menghasilkan atmosfer modifikasi yang diinginkan, sehingga dapat memperpanjang umur simpan buah dan sayuran tanpa membentuk kondisi anaerobik. *Edible coating* berbasis protein berasal dari hewan dan tumbuhan. Bahan pelapis berbasis protein nabati yaitu kasein, whey, zein (dari jagung), gluten (dari gandum), protein kedelai, dan lain-lain, sedangkan protein berbasis hewan adalah albumen telur, kolagen, dan lain-lain (Baldwin *et al.*, 1995).

Lapisan *edible* berbasis protein terdiri dari sifat penghalang yang sangat baik untuk aroma, minyak, dan oksigen serta memberi kekuatan namun tidak efektif untuk kelembaban (Krochta dan Johnson, 1997). *Edible coating* berbasis protein merupakan penghalang yang sangat baik untuk O₂ karena struktur ikatan hidrogen yang rapat (Banker, 1966). Lapisan *edible* berbasis protein memiliki sifat penghalang O₂ yang baik pada kelembaban relatif rendah. Lapisan berbasis protein bukanlah penghalang yang baik untuk uap air karena sifat hidrofiliknya namun mengandung sifat organoleptik dan mekanik yang baik (Krochta, 2002).

2.3.1.2 Lipid

Edible coatings berbasis lipid digunakan sejak bertahun-tahun untuk pengawetan buah dan sayuran karena memberi kesan mengkilap dan *glossy* pada makanan. Bahan pelapis berbasis lipid yang paling umum adalah lilin carnauba, lilin lebah, lilin parafin, dan minyak mineral atau nabati. Lipid memiliki kapasitas penghalang air yang baik (Murray, 2010). Lapisan lilin mengandung sifat penghalang kelembaban yang sangat baik dibandingkan dengan lapisan berbasis lipid dan lapisan nonlipid lainnya. Pelapis berbasis minyak, lemak, dan lilin tidak mudah diaplikasikan pada permukaan buah dan sayuran karena sifatnya yang berminyak dan memberi rasa tengik (Robertson, 2009). Kombinasi lipid, polisakarida, dan protein yang digunakan dalam bahan pelapis memperbaiki sifat penghalangnya.

2.3.1.3 Komposit

Film komposit atau multikomponen dan pelapis mengandung kombinasi protein, polisakarida, dan bahan berbasis lipid. Ini digunakan untuk meningkatkan kekuatan mekanik, kelembaban, dan sifat penghalang gas dari pelapis *edible* (Robertson, 2009). Komposit bilayer terdiri dari dua lapisan yang dikombinasikan dengan bahan pelapis yang sama atau berbeda seperti protein-protein, polisakarida-protein, atau lipid-polisakarida dan sebagainya (Garcia *et al.*, 2006).

2.3.2 Metode Aplikasi *Edible Coating*

Edible coating dapat diaplikasikan pada buah dan sayuran dengan metode yang berbeda-beda. Metode aplikasi tersebut antara lain pencelupan (*dipping*), pengolesan (*brushing*), penyemprotan (*spraying*), dan melarutkan. Metode pencelupan merupakan metode yang paling banyak digunakan terutama pada

sayuran, buah, daging, dan ikan, dimana produk dicelupkan ke dalam larutan yang digunakan sebagai bahan *coating*. Hal ini dikarenakan metode pencelupan mempunyai keuntungan seperti ketebalan materi *coating* yang lebih besar serta memudahkan pembuatan dan pengaturan viskositas larutan. Sedangkan kelemahannya adalah munculnya deposit kotoran dari larutan (Arief dkk., 2012). Selain itu, metode pencelupan digunakan secara luas untuk menerapkan lapisan yang dapat dimakan pada buah dan sayuran. Buah dan sayuran dicelupkan ke dalam larutan pelapis selama 5-30 detik. Sementara itu, metode *brushing* memberikan hasil yang baik pada kacang-kacangan, buah-buahan, dan sayuran yang sangat mudah rusak seperti buah beri. Tiga metode lainnya yaitu penyemprotan, ekstrusi, dan pelarut juga digunakan dalam industri makanan. Metode ekstrusi bergantung pada sifat termoplastik pelapis *edible* (Valverde *et al.*, 2005).

2.4 Pati Umbi Kimpul

Umbi kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) sebenarnya kaya akan karbohidrat dan berpotensi sebagai substitusi terigu dan beras atau sebagai diversifikasi bahan pangan, bahan baku industri kertas dan tekstil. Penelitian oleh Ridal (2003), menyatakan umbi kimpul mempunyai kandungan pati sebesar 70,73% yang terdiri dari kandungan amilosa 18,18 % dan amilopektin 81,82 %.

Pati atau amilum merupakan campuran dua macam struktur polisakarida yang berbeda yaitu amilosa dan amilopektin, merupakan polimer glukosa dengan ikatan berbeda yaitu amilosa dan amilopektin, merupakan polimer glukosa dengan ikatan α -glikosidik. Amilosa mempunyai stuktur lurus, terdiri 250 sampai 300 unit D-glukopiranososa yang tersusun dalam ikatan α -1,4 glukosa. Amilopektin terdiri dari 1000 unit glukosa yang tersusun dalam ikatan α -1,4 glikosida dan ikatan α -glukosida yang terjadi pada titik cabang (tiap 25 unit glukosa). Rasio antara amilosa

dan amilopektin akan mempengaruhi sifat-sifat pati itu sendiri. Apabila kadar amilosa lebih tinggi, maka pati akan bersifat kering, kurang lekat, dan cenderung menyerap air lebih banyak. Sedangkan sifat dari amilopektin adalah dalam bentuk pasta menunjukkan kenampakan yang sangat jernih, memiliki daya pemekat yang tinggi, sifat pasta tidak cepat pecah atau rusak. Kedua fraksi tersebut dapat dibedakan berdasarkan reaksinya terhadap larutan yodium, di mana amilosa memberikan warna biru ungu sedangkan amilopektin warna merah ungu (Kusnandar, 2010). Penampakan umbi kimpul dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 3. Umbi Kimpul

Salah satu kandungan senyawa pati yaitu amilopektin, bersifat lebih lekat dan cenderung membentuk gel apabila disuspensikan dengan air sehingga dapat digunakan sebagai bahan pengikat tablet. Kandungan pati dalam umbi kimpul hampir sama dengan singkong, sekitar 72,5-81% dengan komposisi 17% amilosa dan 83% amilopektin (Kusnandar, 2010).

Pati umbi kimpul telah dimanfaatkan menjadi pengemas *edible*. Pada penelitian yang dilakukan oleh Warkoyo dkk. (2015) menjadi pelapis bakso daging untuk menghambat pertumbuhan mikroba sebesar 0,584 dan 0,036 kali serta dapat menghambat kemunduran mutu bakso hingga 4 hari.

2.5 Ekstrak Jeruk Nipis

Edible coating yang terbuat dari pati singkong ditambahkan dengan air perasan jeruk nipis untuk memperpanjang daya simpan bahan pangan agar lebih awet. Menurut Onyeagba *et al.* (2004), tanaman genus Citrus merupakan salah satu tanaman penghasil minyak atsiri yang merupakan suatu substansi alami yang telah dikenal memiliki efek sebagai antimikrobia baik terhadap bakteri Gram positif maupun bakteri Gram negatif. Zat antimikrobia dalam jeruk nipis bekerja dengan menghambat pertumbuhan bakteri yaitu dengan cara menghambat fungsi membran sel, sehingga bersifat bakteristatik (Goodman dan Gilman, 2008).

Banyak unsur kimia yang terkandung dalam jeruk nipis, seperti linalin asetat, limonen, geranil asetat, sitrat dan feliadren. Jeruk nipis mengandung asam sitrat, asam amino (triptofan dan lisin), minyak atsiri, glikosida, asam sitrun, lemak, kalsium, vitamin B1 dan C. Di dalam 100 gram buah jeruk nipis mengandung vitamin C 47 mg, kalsium 40 mg, fosfor 22 mg, hidrat arang 12,4 g, vitamin B1 0,04 mg, zat besi 0,6 mg, lemak 0,1 g, kalori 37 kkal, protein 0,8 g, dan air 86 g.